

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

**(12)**

**(21) Numéro de dépôt : 95401050.0**

**(51) Int. Cl.<sup>6</sup> : H01L 21/98, H01L 25/10**

**(22) Date de dépôt : 05.05.95**

**(30) Priorité : 10.05.94 FR 9405729**

**(43) Date de publication de la demande :  
15.11.95 Bulletin 95/46**

**(84) Etats contractants désignés :  
BE DE GB IT**

**(71) Demandeur : THOMSON-CSF  
173, Boulevard Haussmann  
F-75008 Paris (FR)**

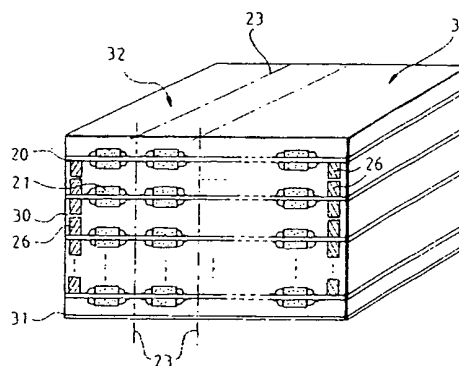
**(72) Inventeur : Val, Christian  
Thomson-CSF,  
SCPI,  
B.P. 329  
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)  
Inventeur : Gerard, André  
Thomson-CSF,  
SCPI,  
B.P. 329  
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)**

**(74) Mandataire : Benoit, Monique et al  
THOMSON-CSF  
SCPI  
B.P. 329  
50, rue Jean-Pierre Timbaud  
F-92402 Courbevoie Cédex (FR)**

**(54) Interconnexion en trois dimensions de boîtiers de composants électroniques utilisant des circuits imprimés.**

**(57)** La présente invention a pour objet l'interconnexion de boîtiers empilés, chacun des boîtiers encapsulant par exemple une pastille semiconductrice contenant un circuit intégré, une mémoire par exemple.

A cet effet, les boîtiers (21) munis de broches de connexion sont montés sur un circuit imprimé ; les circuits imprimés (20) sont empilés et rendus solidaires les uns des autres à l'aide d'un enrobage (30), de résine par exemple. L'empilement est découpé de sorte à former des barreaux (32), les broches des boîtiers étant reliées électriquement aux surfaces latérales des barreaux par l'intermédiaire des pistes des circuits intégrés. La connexion des boîtiers entre eux est réalisée sur les faces latérales des barreaux. Les barreaux sont ensuite découpés de sorte à obtenir des blocs unitaires de boîtiers empilés.



**FIG.3**

La présente invention a pour objet un procédé pour l'interconnexion en trois dimensions de boîtiers montés sur des substrats de type circuit imprimé, chacun des boîtiers encapsulant un composant électronique discret, passif ou actif, ou intégré, pastille semi-conductrice contenant par exemple un circuit intégré ou un ou plusieurs capteurs ; ces composants seront désignés ci-après indifféremment par les termes composant ou pastille. L'invention a également pour objet un composant en trois dimensions, ou 3D, en résultant.

La réalisation des systèmes électroniques actuels, tant civils que militaires, doit tenir compte d'exigences de plus en plus grandes de compacité, du fait du nombre de plus en plus élevé de circuits mis en oeuvre.

En ce sens, il a déjà été proposé dans la demande de brevet français n° 2.688.630 au nom de THOMSON-CSF, de réaliser des empilements de boîtiers contenant des circuits intégrés. Les boîtiers, munis de broches de connexion, sont empilés puis solidarisés par enrobage dans un matériau isolant, par exemple une résine ; ensuite, l'empilement est découpé au niveau des broches des boîtiers et des connexions entre les broches affleurantes sont réalisées sur les faces de l'empilement.

L'invention a pour objet la réalisation d'empilements du même type, mais selon un procédé de fabrication plus collectif afin d'en réduire les coûts.

A cet effet, les boîtiers de composants sont disposés par exemple selon m lignes et n colonnes sur un substrat isolant, par exemple du type circuit imprimé, sur une ou deux faces de ce dernier ; les zones de connexion des boîtiers sont reliées à des pistes du circuit imprimé, les pistes s'étendant jusqu'aux axes selon lesquels se feront des découpes ultérieures ; une pluralité p de tels circuits imprimés équipés de boîtiers sont alors empilés puis enrobés d'un isolant tel qu'une résine. L'ensemble est ensuite découpé ou détourné selon les axes précédents pour individualiser des barreaux selon les lignes ou les colonnes de boîtiers. Puis on réalise de façon collective les interconnexions des pistes affleurant sur les faces latérales des barreaux, par métallisation puis gravure par exemple. Enfin, le cas échéant, on découpe les barreaux pour former des blocs unitaires, comportant p ou 2p boîtiers empilés et interconnectés.

D'autres objets, particularités et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple et illustrée par les dessins annexés, qui représentent :

- la figure 1, un mode de réalisation du procédé selon l'invention ;
- la figure 2a, une vue de dessus de la première étape du procédé de la figure précédente ;
- la figure 2b, un détail agrandi de la figure précédente ;
- la figure 2c, une vue en coupe de la figure 2a ;

- la figure 3, un mode de réalisation de l'empilement de circuits imprimés équipés ;
- la figure 4, un mode de réalisation des interconnexions des pistes sur les faces latérales des barreaux obtenus dans le cours du procédé selon l'invention ;
- les figures 5a et 5b, un mode de réalisation pratique de ces connexions ;
- la figure 6, une variante de réalisation de l'étape d'individualisation des barreaux.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments. En outre, pour la clarté des dessins, l'échelle réelle n'a pas été respectée.

La figure 1 illustre donc un mode de réalisation du procédé selon l'invention.

La première étape du procédé, repérée 11, consiste à disposer un certain nombre de boîtiers sur une ou les deux faces d'un substrat électriquement isolant, par exemple du type circuit imprimé. Le boîtier contient un composant électronique, par exemple une pastille semi-conductrice dans laquelle est réalisée un circuit intégré ; il est en outre muni de zones de connexion, soit des broches, soit des métallisations, avec ou sans bossages.

La figure 2a représente une vue de dessus de tels circuits imprimés équipés de boîtiers.

Sur cette figure, on a représenté un substrat 20 du type circuit imprimé, portant des boîtiers 21 arrangés par exemple selon m lignes prises horizontalement sur la figure et n colonnes, prises verticalement. Les boîtiers 21 sont par exemple munis de broches de connexion 22 qui sont électriquement connectées à des pistes conductrices portées par le circuit imprimé 20, comme illustré plus en détail sur la figure 2b, qui représente de façon agrandie la partie A de la figure 2a.

Les broches 22 des boîtiers sont reliées à des pistes 25 qui sont dessinées de sorte à établir une connexion électrique entre les broches 22 et un plan de découpe, représenté par un axe 23, selon lequel sera ultérieurement découpé le circuit imprimé 20. Sur la figure, les pistes 25 ont été représentées droites mais elles peuvent affecter une autre forme, par exemple du type éventail pour permettre un plus grand écartement des pistes au niveau de l'axe de découpe 23.

La figure 2c représente une vue en coupe de la figure 2a selon un axe XX passant par les boîtiers 21 d'une même ligne.

On retrouve sur la figure 2c le circuit imprimé 20 portant des boîtiers 21, par exemple sur ses deux faces, les broches 22 de ces boîtiers étant reliées aux plans de découpe 23 par l'intermédiaire des pistes 25.

Le circuit imprimé 20 représenté figure 2a porte encore un certain nombre d'entretoises 26, dont le rôle apparaîtra ci-après. Ces entretoises peuvent être par exemple des petits cylindres à base circulaire

ou rectangulaire, réalisés en un métal tel que le cuivre ou encore en un substrat du type circuit imprimé recouvert de cuivre. Ces entretoises sont par exemple brasées, comme les boîtiers 21, sur des emplacements du circuit imprimé 20 préalablement métallisés à cet effet. Elles peuvent également, comme les boîtiers 21, être collées à l'aide de colle électriquement conductrice.

Optionnellement, les brasures peuvent être contrôlées à ce moment, par exemple optiquement, et réparées si nécessaire.

L'étape suivante (12, figure 1) consiste à empiler les circuits imprimés ainsi équipés de boîtiers.

Les différents circuits imprimés empilés sont, de préférence, équipés de boîtiers disposés aux mêmes endroits d'un circuit imprimé à l'autre, et d'entretoises également disposées aux mêmes endroits. De préférence également, les entretoises sont disposées en des zones non chargées de boîtiers, à la périphérie des circuits imprimés et/ou dans une ou plusieurs zones centrales réservées à cet effet. Les entretoises 26 sont, de préférence, un peu plus hautes que les boîtiers de sorte à ménager un espace inter-boîtier. L'empilement est réalisé en utilisant de préférence les trous d'alignement 24, disposés par exemple sur les bords des circuits imprimés 20.

Lors de l'étape suivante, repérée 13, on procède à la solidarisation de l'empilement par enrobage de l'ensemble à l'aide d'un matériau électriquement isolant tel qu'une résine polymérisable, époxy par exemple, qui peut être coulée sous vide.

Le résultat de l'empilement est illustré sur la figure 3, qui est une vue en perspective dont la face avant est une coupe, réalisée également au niveau de l'axe XX de la figure 2a.

Sur cette figure 3, on a représenté l'empilement 33 d'un certain nombre p de circuits imprimés 20, équipés de boîtiers 21 et séparés par des entretoises 26. L'ensemble est noyé dans une résine 30 qui n'a pas été hachurée, bien que vue en coupe, pour la clarté du dessin. On voit que le fait de choisir la hauteur des entretoises 26 supérieure à celle des boîtiers 21 permet d'assurer un bon enrobage des boîtiers par le matériau 30.

Dans un mode de réalisation préféré, l'une des faces au moins, par exemple la face inférieure, est terminée par un substrat de type circuit imprimé 31, permettant de faciliter le routage des connexions.

L'étape suivante, repérée 14 sur la figure 1, consiste à individualiser des barreaux dans l'empilement tel qu'obtenu à l'issue des étapes précédentes et illustré sur la figure 3.

Selon un premier mode de réalisation, l'empilement est découpé selon les plans de découpe 23 afin de former les barreaux 32. La découpe est effectuée par exemple de façon à isoler chacune des colonnes.

A l'issue de la découpe, les zones de connexion 22 des boîtiers 21 sont en contact avec les faces la-

térales des barreaux par l'intermédiaire des pistes 25.

L'étape suivante (19) consiste à former des connexions entre les boîtiers 21, sur les faces latérales des barreaux 32.

Ces connexions peuvent être formées, par exemple comme illustré figure 1, par une première étape 15 de métallisation de l'ensemble des barreaux ou, au moins, de leurs faces latérales, suivie d'une deuxième étape 16 de gravure des contours des connexions. La métallisation peut être effectuée par voie chimique (Nickel plus Cuivre et Or) ou électrochimique. La gravure peut être réalisée à l'aide d'un laser. Ces étapes sont représentées sur les figures 4, 5a et 5b.

La figure 4 est une vue fractionnaire d'un barreau sur lequel sont illustrés des exemples de connexions.

On a représenté sur cette figure 4 les pistes 25, reliées aux connexions 22, affleurant sur les faces latérales du barreau 32. Le barreau 32 comporte sur une ou plusieurs de ses faces des plots 40, dits plots d'empilement, pour sa liaison électrique à des circuits extérieurs. Les connexions 25 sont à la fois interconnectées entre elles et, quand nécessaire, reliées aux plots d'empilement 40 à l'aide de connexions C.

A titre d'exemple, on a représenté sur la figure le cas où les boîtiers contiennent des mémoires. Dans ce cas, l'ensemble de leurs broches homologues sont reliées entre elles et à un plot d'empilement 40, sauf une pour chacun des boîtiers qui correspond à l'entrée de sélection de la mémoire. Ces broches de sélection sont alors reliées individuellement, par exemple par l'intermédiaire du circuit imprimé de fermeture situé sous l'empilement, à des plots d'empilement distincts, non visibles sur la figure.

Les figures 5a et 5b illustrent plus en détail un mode de réalisation des connexions C.

La figure 5a représente une vue fractionnaire d'un morceau d'un barreau 32 où l'on voit une connexion C et un plot d'empilement 40. La figure 5b est une vue en coupe selon un axe YY de la figure 5a.

Chacune des connexions C est formée par deux gravures 51 et 52, réalisées par exemple à l'aide d'un laser qui détruit localement la couche conductrice, repérée M, et fait apparaître le matériau isolant d'enrobage 30 ; ce matériau 30 a été représenté en pointillés sur la figure 5a pour la clarté du schéma. De la sorte, on réalise l'isolation électrique de la connexion C du reste de la couche M. Les plots d'empilement 40 peuvent être avantageusement réalisés par la même technique de gravure laser, comme représenté sur la figure 5a.

L'étape suivante, repérée 17 sur la figure 1, est optionnelle et consiste à fixer sur le barreau précédent des broches de connexion, permettant sa connexion avec des circuits extérieurs.

Enfin, la dernière étape (18) consiste à découper le barreau précédemment obtenu en blocs unitaires, chacun des blocs étant alors constitué par p boîtiers

empilés si le support 20 est simple face, ou 2p boîtiers s'il est double face.

Cette dernière étape est optionnelle. En effet, il peut être avantageux, dans certaines applications, de disposer d'un composant unique comportant  $m \times p$  ou  $m \times 2p$  boîtiers, ceux-ci pouvant en outre être interconnectés entre eux lors de l'étape 19 et/ou à l'aide du (ou des) circuit(s) imprimé(s) de fermeture.

La figure 6 représente une variante de réalisation de l'étape 14 d'individualisation des barreaux, qui consiste non plus à les découper mais à les détourer.

Sur la figure 6, on a représenté l'empilement 33 vu de dessus. Afin d'individualiser les barreaux 32, on réalise autour de chacun d'eux deux fentes 61 et 62 non jointives, de sorte que le barreau continue à être solidaire de l'empilement 33. Les fentes sont réalisées comme précédemment les découpes, de sorte à faire affleurer sur les surfaces latérales des fentes les connexions 25, elles-mêmes reliées aux broches 22 des boîtiers 21.

L'ensemble des étapes ultérieures reste inchangé, à ceci près que elles sont encore plus collectives du fait que l'ensemble des barreaux de l'empilement 33 peut être traité en même temps puisque ceux-ci restent solidaires entre eux.

Il a été décrit ci-dessus une méthode d'interconnexion 3D de boîtiers qui permet de réaliser les opérations de formation des interconnexions (C) et, le cas échéant, de fixation de broches de connexion, de façon collective pour un ensemble de blocs ( $m$  ou  $n$  ou  $m \times n$ ), et par là même de façon plus économique. En outre, les blocs étant solidaires les uns des autres à l'intérieur d'un barreau, aucune opération de positionnement des blocs les uns par rapport aux autres n'est nécessaire.

La description faite ci-dessus l'a été à titre d'exemple et d'autres variantes sont possibles. C'est ainsi par exemple que les circuits imprimés 20 peuvent ne porter chacun qu'une seule ligne (ou une seule colonne) de boîtiers 21 ; également, les circuits imprimés 20 peuvent porter des métallisations (non représentées), formant drain thermique, débouchant sur une des faces des blocs (de préférence, une face ne portant pas de connexion C).

## Revendications

1. Procédé d'interconnexion en trois dimensions d'une pluralité de boîtiers (21), chacun des boîtiers contenant au moins un composant électronique et étant muni de zones de connexion (22), le procédé étant caractérisé par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :

- connexion (11) des zones de connexion à des pistes (25) conductrices portées par des substrats (20) électriquement isolants, les pistes s'étendant jusqu'à des axes de

découpe (23) ;

- empilement (12) des substrats ;
- solidarisation (13) par enrobage dans un matériau (30) électriquement isolant ;
- découpe (14) de l'empilement selon les axes de découpe de sorte à obtenir des barreaux individualisés (32), les substrats de chaque barreau portant une pluralité de boîtiers ;
- formation (19) de connexions électriques (C) entre les pistes, sur les faces des barreaux.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le matériau (30) isolant est une résine polymérisable.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'étape (19) de formation de connexions électriques se décompose en deux sous-étapes :
  - la première sous-étape (15) consistant en un dépôt d'une couche conductrice (M) sur l'ensemble des faces de l'empilement ;
  - la deuxième sous-étape (16) consistant en une gravure de la couche conductrice pour former des connexions électriques (C) reliant les conducteurs entre eux.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les réalisations de gravures (16) sont faites à l'aide d'un laser.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que, lors de l'étape (19) de formation de connexions électriques, sont formés en outre des plots dits d'empilement (40), destinés à la connexion de l'empilement avec des circuits extérieurs, et que les connexions électriques (C) relient entre elles au moins certaines des zones de connexion (22) et les plots d'empilement.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre, après l'étape (19) de formation de connexions électriques entre les pistes, une étape (18) de découpe des barreaux pour former des blocs unitaires, les substrats de chaque bloc portant un seul boîtier.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les zones de connexion (22) des boîtiers sont des broches ou des métallisations.
8. Dispositif obtenu par le procédé selon l'une des revendications précédentes.

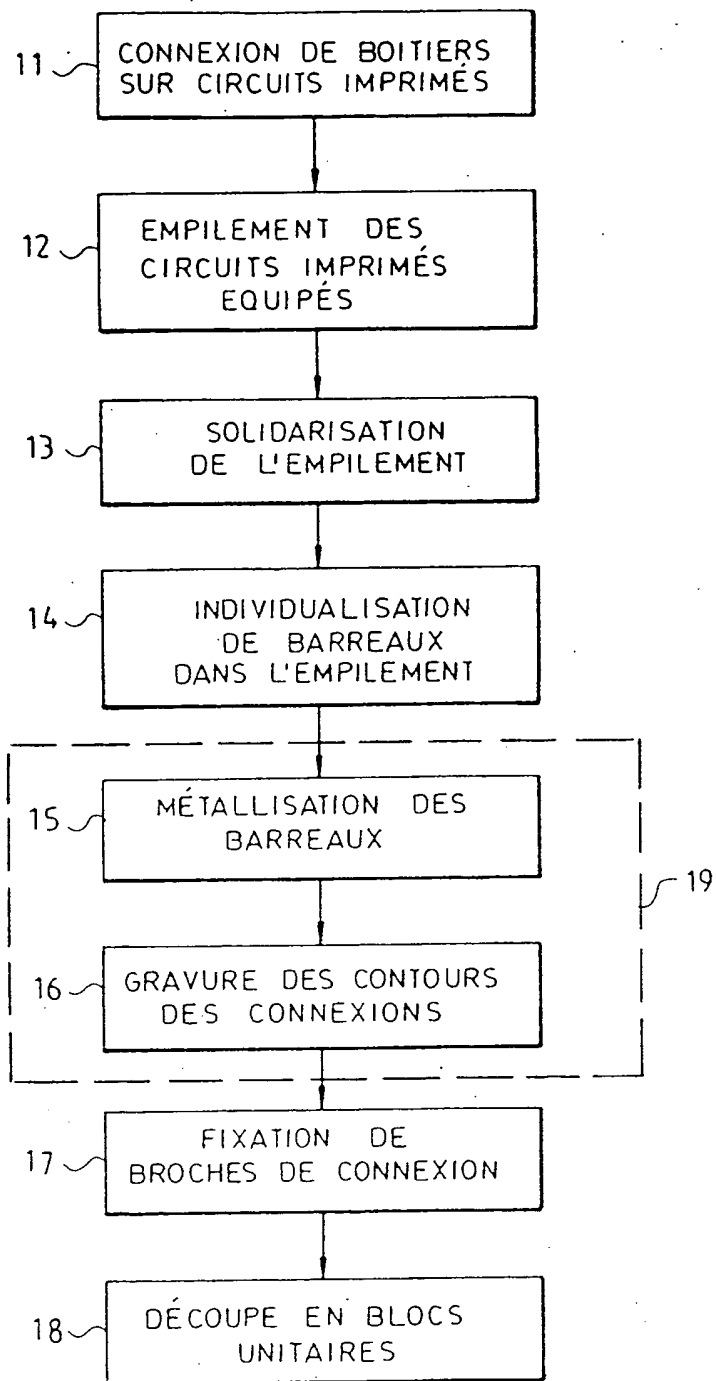


FIG.1

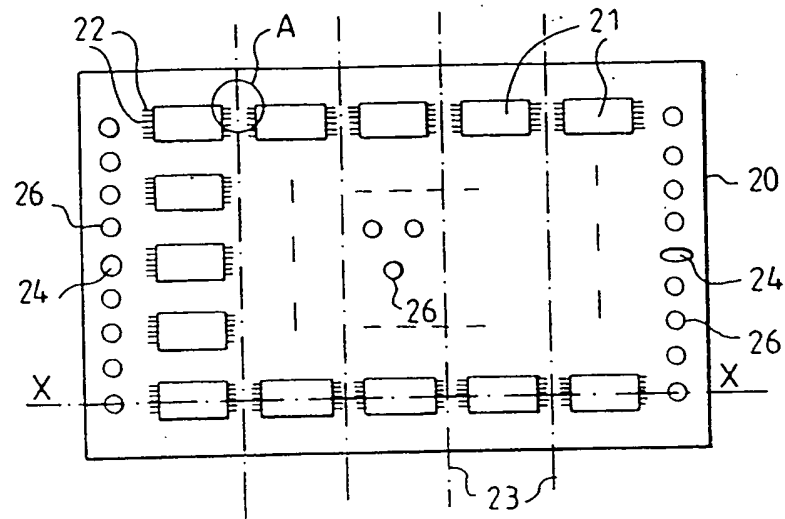


FIG. 2a

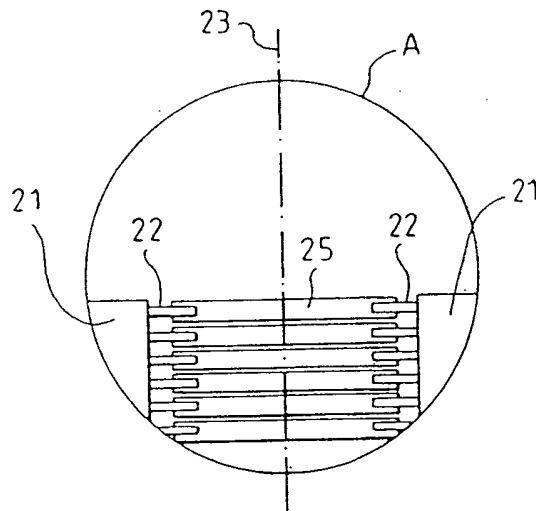


FIG. 2b

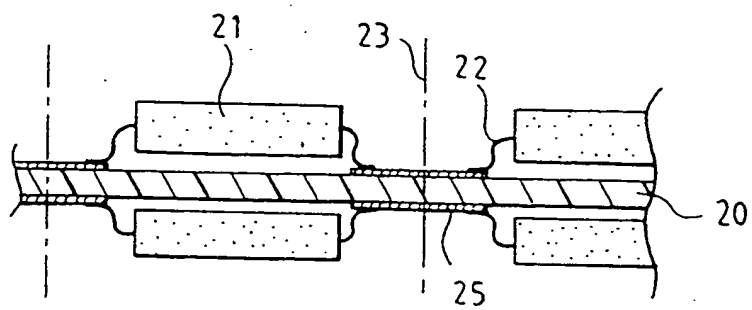


FIG. 2c  
COUPE XX

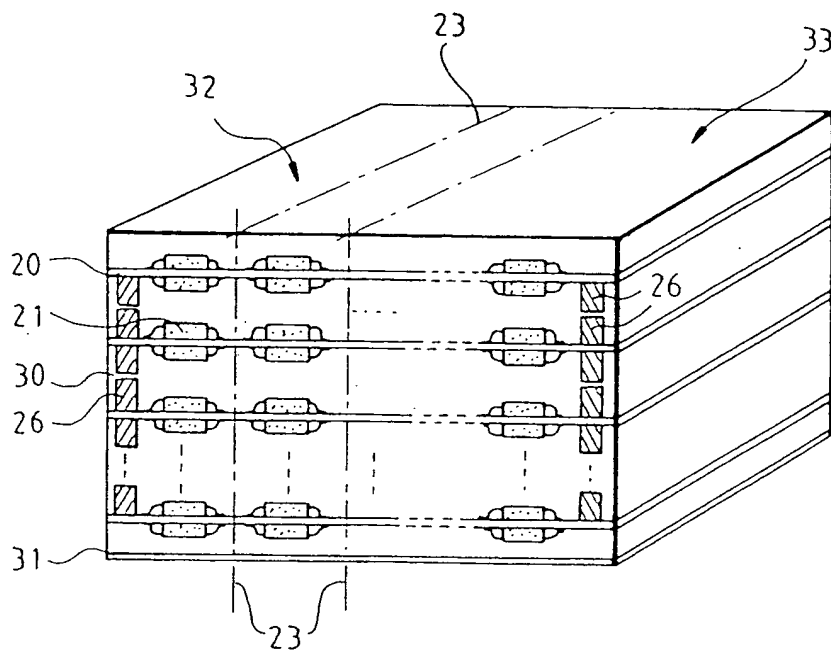


FIG. 3

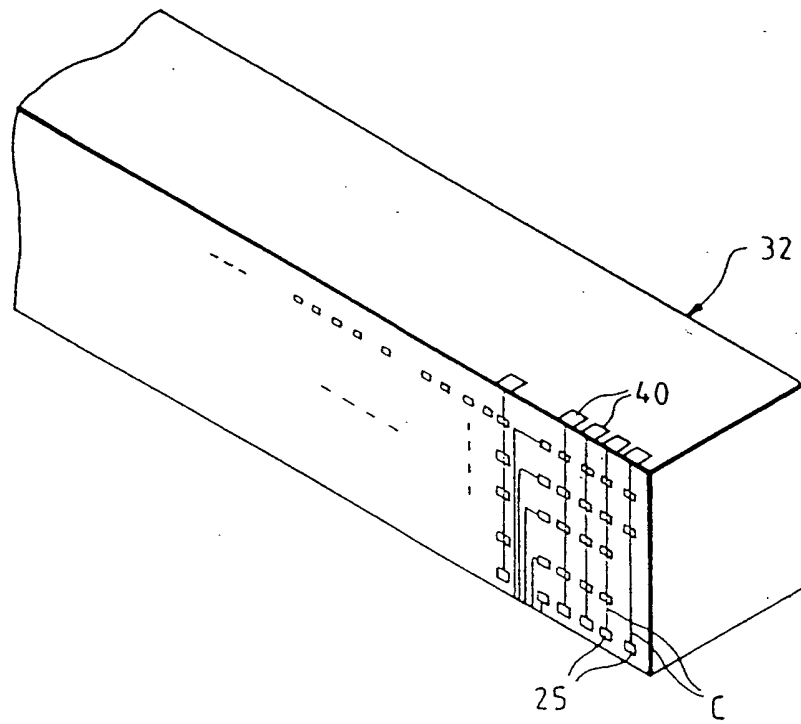


FIG.4

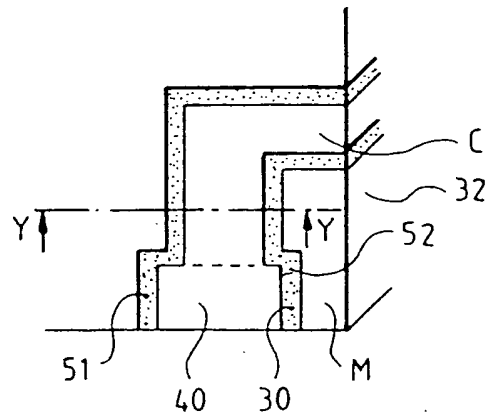


FIG. 5a

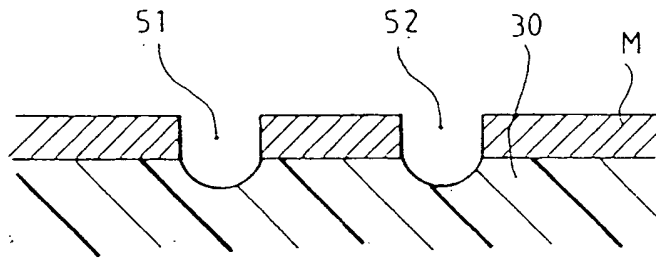


FIG. 5b  
COUPE Y Y

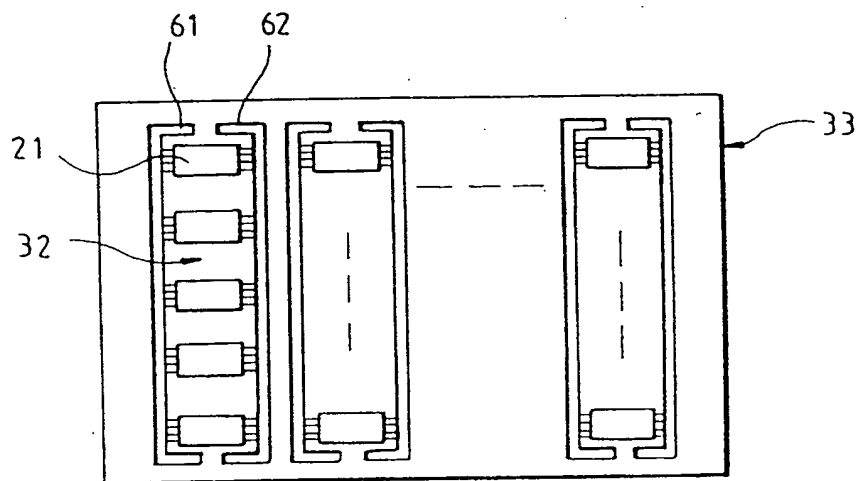


FIG.6



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 95 40 1050

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
A	EP-A-0 593 330 (THOMSON) * revendications 1,3,7,10; figure 1 *	1-5,7,8
A	EP-A-0 565 391 (THOMSON)	
A	EP-A-0 434 543 (DIGITAL EQUIPMENT)	
A	WO-A-88 08203 (XOC)	
A	EP-A-0 354 708 (TEXAS)	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
LIEU DE LA RECHERCHE LA HAYE		DATE D'ACHÈVEMENT DE LA RECHERCHE 4 Août 1995
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6) H01L21/98 H01L25/10  DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01L

EPO FORM 1503 (12.92) (P4/C6)